

CLIPPEDIMAGE= JP407281672A  
PAT-NO: JP407281672A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07281672 A  
TITLE: SILENCING DEVICE

PUBN-DATE: October 27, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
HASHIMOTO, HIROYUKI  
TERAI, KENICHI  
NAKAMA, YASUTOSHI  
TAMURA, TADASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP06067132  
APPL-DATE: April 5, 1994

INT-CL\_(IPC): G10K011/178; H03H021/00 ; H04R001/34

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a silencing device which is capable of uniform silencing in the controlled area and suppression of noise addition without including new delay elements in a silencing device adopting active noise control.

CONSTITUTION: Noises of two noise sources are respectively detected by microphones 1a and 1b to subject the detected noise signals to adaptive signal processing in the adaptive filters 2a and 2b and thus processed output signals are summed in an adder 6. The output of the adder 6 is reproduced in a speaker 8 and a microphone 1c is placed on the control point. The device has filters 7a and 7b which adjust the frequency characteristics of each noise signal obtained by detecting the output of the microphone 1c using a microphone 1a in accordance with the own characteristics of the noise signal, FIR filters 3a and 3b which process the noise signals detected by microphones 1a and 1b so that the signals are approximated by using the transfer function in the propagation from the speaker 8 to the filters 7a and 7b through the microphone 1c as coefficients, and LMS processors 4a and 4b which compute and update the coefficients of the adaptive filters 2a and 2b.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

DERWENT-ACC-NO: 1996-014906  
DERWENT-WEEK: 199602  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Noise reduction appts with active undesired sound control function -  
has pair of LMS calculators to calculate processed signals from pair of FIR  
filter, based on their respective regulated signals and updates calculated  
value

PATENT-ASSIGNEE: MATSUSHITA DENKI SANGYO KK[MATU]

PRIORITY-DATA: 1994JP-0067132 (April 5, 1994)

PATENT-FAMILY:  
PUB-NO      PUB-DATE      LANGUAGE      PAGES      MAIN-IPC  
JP 07281672 A      October 27, 1995      N/A      018      G10K 011/178

APPLICATION-DATA:  
PUB-NO      APPL-DESCRIPTOR      APPL-NO      APPL-DATE  
JP07281672A      N/A      1994JP-0067132      April 5, 1994

INT-CL\_(IPC): G10K011/178; H03H021/00; H04R001/34

ABSTRACTED-PUB-NO: JP07281672A

BASIC-ABSTRACT: The noise reduction appts consists of a pair of adaptive  
filters (2a, 2b) which receives the undesired sounds from the two sources  
through the first and second microphones (1a, 1b) respectively. The adaptive  
filters perform the adaptive signal processing of the undesired sound signal.  
An adder (6) adds the outputs of the two adaptive filters. A speaker (8)  
generates the added signal. A first and second filters (7a, 7b) receives the  
regenerated signal through a third microphone (1c) arranged on the control  
point.

The first and the second filters regulate the frequency characteristics of the  
received regenerated signals in agreement with their natural frequency  
characteristics. A pair of FIR filters (3a, 3b) are employed to process the  
undesired sound signal transmitted through the first and second microphones  
respectively. A pair of LMS calculators (4a, 4b) calculates the processed  
signal based on the respective regulated signals and updates the calculated  
value.

ADVANTAGE - Reduces noise stably by controlling undesired sound addition  
without adding new delay element. Raises attenuation factor.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/31

TITLE-TERMS:  
NOISE REDUCE APPARATUS ACTIVE UNDESIRABLE SOUND CONTROL FUNCTION PAIR CALCULATE  
CALCULATE PROCESS SIGNAL PAIR FIR FILTER BASED RESPECTIVE REGULATE SIGNAL  
UPDATE CALCULATE VALUE

DERWENT-CLASS: P86 U22 W04

EPI-CODES: U22-G01A3; U22-G01A5; W04-V07C;

SECONDARY-ACC-NO:  
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-013020

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-281672

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 0 K 11/178

H 0 3 H 21/00

H 0 4 R 1/34

3 2 0

8842-5 J

G 1 0 K 11/ 16

H

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平6-67132

(22) 出願日

平成6年(1994)4月5日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 橋本 裕之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 寺井 賢一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 中間 保利

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小堀治 明 (外2名)

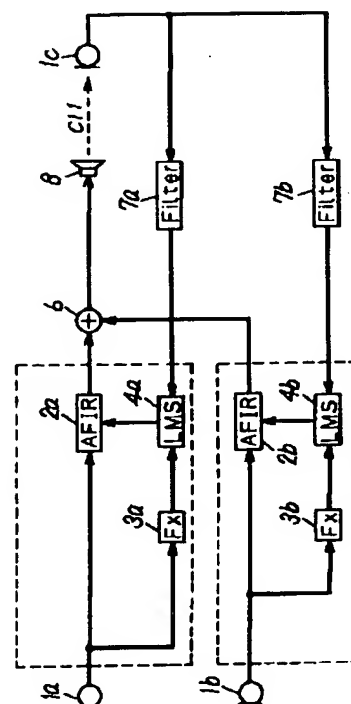
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 消音装置

(57) 【要約】

【目的】 能動的騒音制御を用いた消音装置に関し、新たな遅延要素を含まずに、騒音付加を抑制しながら制御帯域内を一律に消音できる消音装置を提供する。

【構成】 二つの騒音源の騒音を各々、マイクロホン1 a、1 bにて検出し、この検出した騒音信号を各々アダプティブフィルタ2 a、2 bにて適応信号処理し、該信号処理された出力を加算器6にて加算する。加算器6の出力をスピーカ8にて再生し、制御点にマイクロホン1 cを配置する。マイクロホン1 cの出力をマイクロホン1 aで検出した騒音信号毎にその特性に応じた周波数特性に調整するフィルタ7 a、7 bと、スピーカ8からマイクロホン1 cを伝わりフィルタ7 a、7 bまでの伝達関数を係数として近似し、マイクロホン1 a、1 bで検出した騒音信号を信号処理するFIRフィルタ3 a、3 bと、アダプティブフィルタ2 a、2 bの係数を演算して更新するLMS演算器4 a、4 bとを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $n$  個の騒音源からの騒音を  $m$  個のスピーカを用いて 1 個の制御点で騒音制御する消音装置において（ただし、 $l$ 、 $m$ 、 $n$  は自然数）、

$n$  個の騒音源の騒音をそれぞれ検出する  $n$  個の第 1 の騒音検出器と、 $n \times m$  個の適応信号処理部と、 $m$  個の加算器と、 $m$  個のスピーカと、制御点に配置された 1 個の第 2 の騒音検出器と、 $n \times l$  個の周波数特性調整部とを有し、

$n$  個の第 1 の騒音検出器の各出力はそれぞれ  $m$  個の適応信号処理部に入力し、

$n \times m$  個の適応信号処理部は、ある一つの第 1 の騒音検出器の出力を入力信号とする  $m$  個の適応信号処理部毎に、同じ 1 個の周波数特性調整部の出力を係数更新情報に用いてその第 1 の騒音検出器の出力を適応信号処理し、その  $m$  個の適応信号処理部の出力をそれぞれ異なる  $m$  個の加算器に入力し、

$m$  個の加算器はそれぞれ、 $n \times m$  個の適応信号処理部で信号処理された出力のうち、異なる第 1 の騒音検出器からの出力を信号処理した  $n$  個の適応信号処理部の出力を加算し、

$m$  個のスピーカはそれぞれ、 $m$  個の加算器の各出力を再生し、

1 個の第 2 の騒音検出器は、 $n$  個の騒音源から 1 個の制御点に至る騒音と  $m$  個のスピーカからの再生音とがその空間で干渉し合った、いわゆる消し残り音をそれぞれ検出し、1 個の第 2 の騒音検出器の各出力をそれぞれ  $n$  個の異なる周波数特性調整部に入力し、

$n \times l$  個の周波数特性調整部は、1 個の第 2 の騒音検出器の各出力をそれぞれ  $n$  個の第 1 の騒音検出器で検出された騒音信号に応じた信号処理を施し、その信号処理を施した 1 個の周波数特性調整部の出力を、その信号処理に関連した第 1 の騒音検出器の騒音信号を信号処理するところの適応信号処理部に係数更新情報として入力することを特徴とする消音装置。

【請求項2】 適応信号処理部は、前記第 1 の騒音検出器からの騒音信号を信号処理して前記加算器に出力するアダプティブフィルタと、同じ前記第 1 の騒音検出器からの騒音信号を信号処理する 1 個の伝達関数補正回路と、前記周波数特性調整部からの信号と伝達関数補正回路からの信号によりアダプティブフィルタの係数を演算する 1 個の係数演算器と、各係数演算器で計算された係数を加算してアダプティブフィルタの係数更新を行う係数更新器とから構成され、

各伝達関数補正回路には、アダプティブフィルタの出力が再生されるスピーカから前記各第 2 の騒音検出器を含んで前記各周波数特性調整部までの伝達関数がそれぞれ係数として近似されており、

各係数演算器は、演算に使用する伝達関数補正回路に近似されている伝達関数の経路を伝搬して来た前記周波数

特性調整部からの信号を用いることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項3】 周波数特性調整部は、 $n$  個の騒音源が一つづつ騒音を発生しているときに前記第 2 の騒音検出器で検出したその騒音信号の周波数特性を演算する周波数特性演算器と、その周波数特性演算器で求めた周波数特性をフィルタ係数として前記第 2 の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とするフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項4】 周波数特性調整部は、前記第 1 の騒音検出器で検出した騒音信号の周波数特性を演算する周波数特性演算器と、その周波数特性演算器で求めた周波数特性をフィルタ係数として前記第 2 の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とするフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項5】 周波数特性調整部は、前記第 1 の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第 2 の騒音検出器で検出した騒音信号との相関特性を演算する相関演算器と、その相関演算器で求めた相関特性をフィルタ係数として前記第 2 の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とするフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項6】 周波数特性調整部は、前記第 1 の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第 2 の騒音検出器で検出した騒音信号とのコヒーレンスを演算するコヒーレンス演算器と、そのコヒーレンス演算器で求めたコヒーレンスをヒルベルト変換するヒルベルト変換器と、そのヒルベルト変換器の出力をフィルタ係数として前記第 2 の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とするフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項7】 周波数特性調整部は、 $n$  個の騒音源が一つづつ騒音を発生しているときに前記第 2 の騒音検出器で検出したその騒音信号の周波数特性を演算する周波数特性演算器と、その周波数特性演算器で求めた周波数特性をフィルタ係数として前記第 2 の騒音検出器からの出力を信号処理する第 1 のフィルタ回路と、前記第 1 の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第 2 の騒音検出器で検出した騒音信号との相関特性を演算する相関演算器と、その相関演算器で求めた相関特性をフィルタ係数として第 1 のフィルタ回路からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第 2 のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項8】 周波数特性調整部は、 $n$  個の騒音源が一つづつ騒音を発生しているときに前記第 2 の騒音検出器で検出したその騒音信号の周波数特性を演算する周波数特性演算器と、その周波数特性演算器で求めた周波数特性

騒音検出器で検出した騒音信号との相関特性を演算する相関演算器と、その相関演算器で求めた相関特性をフィルタ係数として第1のフィルタ回路からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第2のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項1記載の消音装置。

【請求項 15】周波数特性調整部は、前記第2の騒音検出器からの騒音信号の周波数特性を任意に調整するために、イコライザの機能を有する第1のフィルタ回路と、前記第1の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第2の騒音検出器で検出した騒音信号との相関特性を演算する相関演算器と、その相関演算器で求めた相関特性をフィルタ係数として第1のフィルタ回路からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第2のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項1記載の消音装置。

【請求項 16】周波数特性調整部は、前記第2の騒音検出器からの騒音信号の消音効果が人の聴感特性に応じて得られるように、Aウエイト特性を有する第1のフィルタ回路と、前記第1の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第2の騒音検出器で検出した騒音信号との相関特性を演算する相関演算器と、その相関演算器で求めた相関特性をフィルタ係数として第1のフィルタ回路からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第2のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項1記載の消音装置。

【請求項 17】周波数特性調整部は、前記第 2 の騒音検出器からの騒音信号の周波数特性を平坦にするために、その騒音信号の逆特性を有する第 1 のフィルタ回路と、前記第 1 の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第 2 の騒音検出器で検出した騒音信号とのコヒーレンスを演算するコヒーレンス演算器と、そのコヒーレンス演算器で求めたコヒーレンスをヒルベルト変換するヒルベルト変換器と、そのヒルベルト変換器の出力をフィルタ係数として前記第 2 の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第 2 のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項 1 記載の消音装置。

【請求項18】周波数特性調整部は、前記第2の騒音検出器からの騒音信号の周波数特性を任意に調整するために、イコライザの機能を有する第1のフィルタ回路と、前記第1の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第2の騒音検出器で検出した騒音信号とのコヒーレンスを演算するコヒーレンス演算器と、そのコヒーレンス演算器で求めたコヒーレンスをヒルベルト変換するヒルベルト変換器と、そのヒルベルト変換器の出力をフィルタ係数として前記第2の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第2のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項1記載の消音装置。

50

【請求項 14】周波数特性調整部は、前記第 2 の騒音検出器からの騒音信号の周波数特性を平坦にするために、その騒音信号の逆特性を有する第 1 のフィルタ回路と、前記第 1 の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第 2 の

【請求項19】周波数特性調整部は、前記第2の騒音検出器からの騒音信号の消音効果が人の聴感特性に応じて得られるように、Λウエイ特性を有する第1のフィルタ回路と、前記第1の騒音検出器で検出した騒音信号と前記第2の騒音検出器で検出した騒音信号とのコヒーレンスを演算するコヒーレンス演算器と、そのコヒーレンス演算器で求めたコヒーレンスをヒルベルト変換するヒルベルト変換器と、そのヒルベルト変換器の出力をフィルタ係数として前記第2の騒音検出器からの出力を信号処理して前記適応信号処理部の係数更新情報とする第2のフィルタ回路とから構成されることを特徴とする請求項1記載の消音装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、能動的騒音制御を用いた消音装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、環境騒音をディジタル信号処理技術を用いてスピーカから制御音を出力し、受聴位置で消音する能動的騒音制御方法が提案されている。

【0003】以下、図面を参照しながら従来の消音装置について説明する。(図27)は従来の消音装置のブロック図を示すものであり、2個の騒音源に対し1点で制御する場合を示している。(図27)において、1a～1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、8はスピーカである。

$$\begin{aligned} W(n+1) &= W(n) + \alpha x^T(n) c11(n) e(n) \\ &= W(n) + \alpha r(n) e(n) \end{aligned}$$

ここで

$$\begin{aligned} W^T(n) &= \{W_0(n), W_1(n), \dots, W_{N-1}(n)\} \\ r(n) &= x^T(n) \cdot c11(n) \\ x^T(n) &= \{x(n), x(n-1), \dots, x(n-N+1)\} \\ c11^T(n) &= \{c11_0(n), c11_1(n), \dots, c11_{N-1}(n)\} \end{aligned}$$

ただし

W(n) ; アダプティブフィルタ2a、2bの係数  
α ; ステップパラメータ  
r(n) ; FIRフィルタ3a、3bの出力信号(Filtered-x信号)  
e(n) ; マイクロホン1cの出力信号  
x(n) ; マイクロホン1a、1bの出力信号  
c11(n) ; FIRフィルタ3a、3bの係数

【0006】さて(図27)の例では、騒音源は複数であったが制御点の一つであるので、基本的には騒音源1個、制御点1個、制御スピーカ1個のシステムを騒音源の個数だけ増加しただけである。よって、次に、制御スピーカと制御点も複数にした場合について説明する。

【0007】以下、図面を参照しながら他の従来の消音※50

\*【0004】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。まず、ある一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1aで検出される。その検出信号はアダプティブフィルタ2aとFIRフィルタ3aに入力される。そして、アダプティブフィルタ2aで信号処理された騒音信号は加算器6に出力される。同様に、もう一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1bで検出され、その検出信号はアダプティブフィルタ2bとFIRフィルタ3bに入力され、そしてアダプティブフィルタ2bで信号処理された騒音信号は加算器6に出力される。加算器6は、アダプティブフィルタ2aと2bの出力を加算してスピーカ8から再生する。するとマイクロホン1cでは、この再生音と二つの騒音源からの騒音との干渉音を検出される。そしてLMS演算器4a、4bはそれぞれ、この検出音とFIRフィルタ3a、3bの出力により、マイクロホン1cの検出信号が最小となるようにLMS演算(最小自乗法)を行い、アダプティブフィルタ2a、2bの係数を更新する。これによって、マイクロホン1cの配置された点において騒音レベルが減衰する。ここで、FIRフィルタ3a、3bには、予めスピーカ8からマイクロホン1cまでの伝達関数C11が係数として近似されている。この方法をFiltered-xアルゴリズム(例えば参考文献として、B. Widrow and S. Stearns, 「Adaptive Signal Processing」(Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985))という。これを用いて、アダプティブフィルタ2の係数更新を数式で表現すると以下のように表わせる。

【0005】

【数1】

※装置について説明する。(図28)は従来の消音装置のブロック図を示すものであり、2個の騒音源に対し2点で制御する場合を示している。(図28)において、1a～1dは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a～2dはアダプティブフィルタ、3a～3hは伝達関数補正回路であるところのFIRフィ

7

ルタ、4a~4hは係数演算器であるところのLMS演算器、5a~5dは係数更新器であるところの係数加算器、6a、6bは加算器、8a、8bはスピーカである。

【0008】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。まず、ある一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1aで検出される。その検出信号は、アダプティブフィルタ2a、2cとFIRフィルタ3a、3b、3e、3fに入力される。そして、アダプティブフィルタ2aで信号処理された騒音信号は加算器6aに出力され、アダプティブフィルタ2cで信号処理された騒音信号は加算器6bに出力される。同様に、もう一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1bで検出され、その検出信号はアダプティブフィルタ2b、2dで信号処理され、それぞれ加算器6a、6bに出力される。そこで加算器6aはアダプティブフィルタ2a、2bの出力を加算してスピーカ8aから再生し、加算器6bはアダプティブフィルタ2c、2dの出力を加算してスピーカ8bから再生する。そして、マイクロホン1c、1dでは、この再生音と二つの騒音源からの騒音とが干渉し、アダプティブフィルタ2a~2dの係数を変化させることによって騒音を減衰させる。

【0009】アダプティブフィルタ2aについて係数更新を考えると、二つの制御点に配置されたマイクロホン1c、1dの検出信号は、それぞれLMS演算器4a、4bに入力され、この検出音とFIRフィルタ3a、3bの出力によりマイクロホン1c、1dの検出信号が最小となるようにLMS演算（最小自乗法）を行い、求めた係数を係数加算器5aで加算してアダプティブフィルタ2aの係数を更新する。これによって、マイクロホン1aで検出した騒音の内、スピーカ8aで制御する騒音がマイクロホン1c、1dの配置された点において減衰する。ここでFIRフィルタ3aには、予めスピーカ8aからマイクロホン1cまでの伝達関数C11が、またFIRフィルタ3bには、予めスピーカ8aからマイクロホン1dまでの伝達関数C12がそれぞれ係数として近似されている。他のアダプティブフィルタ2b~2dについても同様に考えれば良い。この方法をMultiple E\*

$$\begin{bmatrix} W_1(n+1) \\ W_2(n+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1(n) \\ W_2(n) \end{bmatrix} + \alpha \begin{bmatrix} r_{11}(n), r_{12}(n) \\ r_{21}(n), r_{22}(n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1(n) \\ e_2(n) \end{bmatrix}$$

【0013】よって

【0014】

8

\*rror Filtered-x LMSアルゴリズム（例えば参考文献として、S. J. Elliott, I. M. Stothers and P. A. Nelson, ("A multiple error LMS algorithm and its application to the active control of sound and vibration." IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. ASSP-35, pp1423-1434(1987))という。これを数式で一般的に表現すると、以下のように表わせる。今、一つの騒音に対して制御スピーカをm個、制御点位置のマイクロホンを1個とすると、

【0010】

【数2】

$$W(n+1) = W(n) + \alpha R(n)E(n)$$

$$r_{m1}(n) = x^T(n) \cdot C_{m1}(n)$$

ここで

$$W^T(n) = [W_1(n), W_2(n), \dots, W_m(n)]$$

$$W_m^T(n) = [W_{m0}(n), W_{m1}(n), \dots, W_{mN-1}(n)]$$

$$R(n) = \begin{bmatrix} r_{11}(n), r_{12}(n), \dots, r_{1N}(n) \\ r_{21}(n), r_{22}(n), \dots, r_{2N}(n) \\ \vdots \\ r_{m1}(n), r_{m2}(n), \dots, r_{mN}(n) \end{bmatrix}$$

$$r_{m1}^T(n) = [r_{m1}(n), r_{m1}(n-1), \dots, r_{m1}(n-N+1)]$$

$$E^T(n) = [e_1(n), e_2(n), \dots, e_1(n)]$$

$$x^T(n) = [x(n), x(n-1), \dots, x(n-N+1)]$$

$$c(n) = \begin{bmatrix} C_{11}(n), C_{12}(n), \dots, C_{1N}(n) \\ C_{21}(n), C_{22}(n), \dots, C_{2N}(n) \\ \vdots \\ C_{m1}(n), C_{m2}(n), \dots, C_{mN}(n) \end{bmatrix}$$

$$C_{m1}^T(n) = [C_{m10}(n), C_{m11}(n), \dots, C_{m1N-1}(n)]$$

【0011】この数式を（図11）に適用し、マイクロホン1aで検出した騒音についてみると、

【0012】

【数3】

※【数4】

※



9

$$W_1(n+1)=W_1(n)+\alpha\{r_{11}(n)e_1(n)+r_{12}(n)e_2(n)\}$$

$$W_2(n+1)=W_2(n)+\alpha\{r_{21}(n)e_1(n)+r_{22}(n)e_2(n)\}$$

ただし

 $W_1(n)$  ; アダプティブフィルタ2aの係数

 $W_2(n)$  ; アダプティブフィルタ2cの係数

 $\alpha$  ; ステップパラメータ

 $r_{11}(n)$  ; FIRフィルタ3aの出力信号 (Filtered-x信号)

 $r_{12}(n)$  ; FIRフィルタ3bの出力信号 (Filtered-x信号)

 $r_{21}(n)$  ; FIRフィルタ3eの出力信号 (Filtered-x信号)

 $r_{22}(n)$  ; FIRフィルタ3fの出力信号 (Filtered-x信号)

 $e_1(n)$  ; マイクロホン1cの出力信号

 $e_2(n)$  ; マイクロホン1dの出力信号

10

【0015】以上のように、このアルゴリズムを用いることにより、複数の騒音を複数の制御点で騒音制御することができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら(図27)、(図28)の構成では、例えば(図2)、(図3)に示すようにマイクロホン1a、1bで検出した騒音のうち、マイクロホン1c、1dで検出した騒音と相関の強い帯域がそれぞれ異なったある一部分しかない場合には、騒音制御されると(図31)の実線のように、相関の弱い帯域が騒音付加となり、最終的に発散してしまうという問題点を有していた。

【0017】またさらに、マイクロホン1c、1dで検出した騒音の特性が(図5)のように低域過多である場合、騒音制御されると(図29)に示すようにレベルの大きな周波数帯域ばかりが減衰してしまい、(図30)のように低域から高域まで一様に減衰させることができないという問題点も有していた。

【0018】本発明は上記問題点を解決するものであり、その目的は、第1の騒音検出器で検出した騒音信号に何等新たな遅延要素を含む信号処理を施すことなく、その騒音信号の特性に応じた適応信号処理が行え、これによって聴感に適した騒音制御効果を得ることができ、また騒音付加を防止できる消音装置を提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明の消音装置は、 $n$ 個の騒音源の騒音をそれぞれ検出する $n$ 個の第1の騒音検出器と、前記 $n$ 個の第1の騒音検出器で検出した騒音信号の一つ一つをスピーカ $m$ 個分に分けて適応信号処理する $n \times m$ 個の適応信号処理部と、前記 $n \times m$ 個の各適応信号処理部で信号処理された出力の内それが再生されるスピーカ毎にまとめるように適応信号処理部の出力を加算する $m$ 個の加算器と、前記各加算器の出力をそれぞれ再生する $m$ 個のスピーカと、制御点に配置された1個の第2の騒音検出器と、前記1個の各第2の騒音検出器の出力を前記第1の騒音検出器で検出した騒音信号毎にその騒音信号の特性に応じ

\*た周波数特性に調整してその調整された信号を前記各適応信号処理部の係数更新情報とする $n \times 1$ 個の周波数特性調整部とから構成されている。

【0020】

【作用】この構成によって、第1の騒音検出器で検出した騒音信号に何等新たな遅延要素を含む信号処理を施すことなく、騒音信号の特性に応じた適応信号処理が行え、これによって聴感に適した騒音制御効果を得ることができ、また騒音付加を防止できる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0022】(図1)は本発明の第1の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図1)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7bは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカであり、点線で囲んで示すように、アダプティブフィルタ2とFIRフィルタ3とLMS演算器4とで各々適応信号処理部を構成している。

【0023】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。まずある一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1aで検出される。その検出信号はアダプティブフィルタ2aとFIRフィルタ3aに入力される。そして、アダプティブフィルタ2aで信号処理された騒音信号は加算器6に出力される。同様に、もう一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1bで検出され、その検出信号はアダプティブフィルタ2bとFIRフィルタ3bに入力され、そしてアダプティブフィルタ2bで信号処理された騒音信号は加算器6に出力される。加算器6は、アダプティブフィルタ2a、2bの出力を加算してスピーカ8から再生する。するとマイクロホン1cでは、この再生音と二つの騒音源からの騒音との干渉音を検出される。そしてマイクロホン1cの出力はフィルタ回路7a、7bで周波数特性を調整さ

40

30

\* 50



れ、LMS演算器4a、4bはそれぞれフィルタ回路7a、7bの出力とFIRフィルタ3a、3bの出力によりフィルタ回路7a、7bの出力信号が最小となるようにLMS演算（最小自乗法）を行い、アダプティブフィルタ2a、2bの係数を更新する。これによって、マイクロホン1cの配置された点において、フィルタ回路7a、7bの特性に応じて騒音レベルが減衰する。ここで、スピーカ8からマイクロホン1cまでの伝達関数をC11、フィルタ回路7aの伝達関数をG1、フィルタ回路7bの伝達関数をG2とすると、FIRフィルタ3aには予めC11・G1が、FIRフィルタ3bには予めC11・G2がそれぞれ係数として近似されている。

【0024】さて、マイクロホン1aで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関が（図2）のようであり、マイクロホン1bで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関が（図3）のようである場合、フィルタ回路7aの特性とフィルタ回路7bの特性をそれぞれ（図4（a）（b））に示すような特性とすることにより、マイクロホン1cでの消音効果は（図4（c））に示すように、騒音付加を抑えながら相関の強い帯域を安定に制御されることとなる。

【0025】また、マイクロホン1cで検出された騒音の特性が（図5）に示すように周波数特性が平坦ではない場合には、フィルタ回路7a、7bの特性を、（図6）に示すようにマイクロホン1cで検出された騒音の逆特性とすることにより、フィルタ回路7a、7bの出力は（図7）に示すようにその周波数特性が平坦となるので、マイクロホン1cでの消音効果は（図8）の実線に示すように低域から高域まで一様に制御されることとなる。

【0026】さらに、消音効果が聴感に適したものとするためには、フィルタ回路7a、7bの特性を例えばAカーブフィルタとすれば良く、またより細かく調整したい場合にはイコライザを用いれば良い。

【0027】次に、本発明の第2の実施例について、図面を参照しながら説明する。（図9）は本発明の第2の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。（図9）において、1a～1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7bは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、9a、9bは周波数特性調整部であるところの周波数特性演算器である。

【0028】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。周波数特性演算器9aは、マイクロホン1aで検出する騒音だけが発生している場合に、マイクロホン1cで検出したその騒音信号の周波数特性をFFTなどで求め、求めた特性をフィ

ルタ回路7aの係数とする。

【0029】同様に、周波数特性演算器9bは、マイクロホン1bで検出する騒音だけが発生している場合に、マイクロホン1cで検出したその騒音信号の周波数特性をFFTなどで求め、求めた特性をフィルタ回路7bの係数とする。

【0030】そしてフィルタ回路7a、7bの係数が求まれば、その係数によってマイクロホン1cからの騒音信号を信号処理してLMS演算器4a、4bにそれぞれ入力する。

【0031】今、マイクロホン1aで検出した騒音の周波数特性が（図10）のようであり、マイクロホン1b、1cで検出した騒音の周波数特性がそれぞれ（図11）、（図12）のようである場合、フィルタ回路7aの特性は（図13）のようになるので、その出力は（図14）のようにマイクロホン1cで検出した騒音の内、マイクロホン1aで検出した騒音信号の周波数特性においてレベルの小さな周波数ほど減衰させる。同様にフィルタ回路7bの特性は（図15）のようになるので、その出力は（図16）のようになる。

【0032】この信号を用いて、LMS演算器4a、4bはアダプティブフィルタ2a、2bの係数を演算するので、アダプティブフィルタ2a、2bはマイクロホン1a、1bで検出した騒音に関係する帯域のみを主に信号処理し、それによって安定で収束が速く消音される。

【0033】次に、本発明の第3の実施例について、図面を参照しながら説明する。（図17）は本発明の第3の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。（図17）において、1a～1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7bは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、9a、9bは周波数特性調整部であるところの周波数特性演算器である。

【0034】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。本実施例の構成は、（図9）に示した第2の実施例の構成と類似するものであるが、周波数特性演算器9a、9bへは、各々、マイクロホン1a、1bからの信号が入力されている点である。周波数特性演算器9aは、マイクロホン1aで検出した騒音信号の周波数特性をFFTなどで求め、求めた特性をフィルタ回路7aの係数とする。同様に、周波数特性演算器9bは、マイクロホン1bで検出した騒音信号の周波数特性をFFTなどで求め、求めた特性をフィルタ回路7bの係数とする。そして、フィルタ回路7a、7bの係数が求まれば、その係数によってマイクロホン1cからの騒音信号を信号処理して、LMS演算器4a、4bにそれぞれ入力する。

13

【0035】このような構成によれば、(図9)の場合と同様の効果が得られ、さらにフィルタ回路7a、7bの特性を求めるために(図9)のように騒音が一つずつ発生している必要はなく、騒音が同時に発生していても求めることができる。

【0036】(図18)は本発明の第4の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図18)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7bは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、10a、10bは周波数特性調整部であるところの相関演算器である。

【0037】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。相関演算器10aは、マイクロホン1aで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関特性を求め、求めた相関特性をフィルタ回路7aの係数とする。同様に、相関演算器10bは、マイクロホン1bで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関特性を求め、求めた相関特性をフィルタ回路7bの係数とする。そして、フィルタ回路7a、7bの係数が求まれば、その係数によってマイクロホン1cからの騒音信号を信号処理して、LMS演算器4a、4bにそれぞれ入力する。

【0038】このような構成によれば、(図2)、(図3)で説明したように、マイクロホン1aで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関特性と、マイクロホン1bで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関特性が異なっても、アダプティブフィルタ2a、2bはそれぞれ相関の強い帯域のみを信号処理することになるので、安定に、騒音付加を抑えながら消音できる。

【0039】(図19)は本発明の第5の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図19)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7bは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、11a、11bは周波数特性調整部であるところのコヒーレンス演算器、12a、12bは周波数特性調整部であるところのヒルベルト変換器である。

【0040】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。コヒーレンス演算器11aは、マイクロホン1aで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音のコヒーレンス特性を求め、求めたコヒーレンス特性をヒルベルト変換器12aでヒ

14

ルベルト変換し、その出力をフィルタ回路7aの係数とする。同様に、コヒーレンス演算器11bは、マイクロホン1bで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音のコヒーレンス特性を求め、求めたコヒーレンス特性をヒルベルト変換器12bでヒルベルト変換し、その出力をフィルタ回路7bの係数とする。そして、フィルタ回路7a、7bの係数が求まれば、その係数によって、マイクロホン1cからの騒音信号を信号処理してLMS演算器4a、4bにそれぞれ入力する。

【0041】このような構成によれば、(図18)の場合と同様に、マイクロホン1aで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関特性と、マイクロホン1bで検出した騒音とマイクロホン1cで検出した騒音の相関特性が異なっても、アダプティブフィルタ2a、2bはそれぞれ相関の強い帯域のみを信号処理することになるので、安定に、騒音付加を抑えながら消音できる。

【0042】(図20)は本発明の第6の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図20)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a~7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、9a、9bは周波数特性調整部であるところの周波数演算器、10a、10bは周波数特性調整部であるところの相関演算器である。

【0043】本実施例の構成は、(図9)と(図18)の実施例を足し合わせた構成となっており、アダプティブフィルタ2a、2bはそれぞれマイクロホン1a、1bで検出した騒音信号のレベルの大きな帯域でしかも相関の強い帯域だけを信号処理するので、より安定で収束速度も速く消音できる。

【0044】(図21)は本発明の第7の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図21)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a~7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、9a、9bは周波数特性調整部であるところの周波数演算器、11a、11bは周波数特性調整部であるところのコヒーレンス演算器、12a、12bは周波数特性調整部であるところのヒルベルト変換器である。

【0045】本実施例の構成は、(図9)と(図19)の実施例を足し合わせた構成となっており、その効果としては、それぞれの効果を同時に得ることができる。

【0046】(図22)は本発明の第8の実施例にお

15

る消音装置のブロック図を示すものである。(図22)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、9a、9bは周波数特性調整部であるところの周波数演算器、10a、10bは周波数特性調整部であるところの相関演算器である。

【0047】本実施例の構成は、(図17)と(図18)の実施例を足し合わせた構成となっており、その効果としては、それぞれの効果を同時に得ることができる。

【0048】(図23)は本発明の第9の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図23)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、9a、9bは周波数特性調整部であるところの周波数演算器、11a、11bは周波数特性調整部であるところのコヒーレンス演算器、12a、12bは周波数特性調整部であるところのヒルベルト変換器である。

【0049】本実施例の構成は、(図17)と(図19)の実施例を足し合わせた構成となっており、その効果としては、それぞれの効果を同時に得ることができる。

【0050】(図24)は本発明の第10の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図24)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a、7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、10a、10bは周波数特性調整部であるところの相関演算器である。

【0051】ここで、フィルタ回路7a、7bの特性を、(図1)の例で説明したようにマイクロホン1cで検出した騒音を平坦にするためにその逆特性とすることにより、アダプティブフィルタ2a、2bはマイクロホン1cで検出する騒音の内、相関が強い帯域内を一様に消音することができる。

【0052】さらに、消音効果が聴感に適したものとするためには、フィルタ回路7a、7bの特性を例えばAカーブフィルタとすれば良く、またより細かく調整したい場合にはイコライザを用いれば良い。

16

【0053】(図25)は本発明の第11の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図25)において、1a~1cは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a、2bはアダプティブフィルタ、3a、3bは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a、4bは係数演算器であるところのLMS演算器、6は加算器、7a~7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8はスピーカ、11a、11bは周波数特性調整部であるところのコヒーレンス演算器、12a、12bは周波数特性調整部であるところのヒルベルト変換器である。

【0054】この構成にて、フィルタ回路7a、7bの特性をマイクロホン1cで検出する騒音の逆特性とすること、あるいはAカーブフィルタやイコライザとすることにより、(図24)の場合と同様の効果を得ることができる。

【0055】次に、本発明の第12の実施例について、図面を参照しながら説明する。(図26)は本発明の第12の実施例における消音装置のブロック図を示すものである。(図26)において、1a~1dは第1および第2の騒音検出器であるところのマイクロホン、2a~2dはアダプティブフィルタ、3a~3hは伝達関数補正回路であるところのFIRフィルタ、4a~4hは係数演算器であるところのLMS演算器、5a~5dは係数更新器であるところの係数加算器、6a~6bは加算器、7a~7dは周波数特性調整部であるところのフィルタ回路、8a~8bはスピーカである。

【0056】以上のように構成された消音装置について、以下その動作について説明する。まず、ある一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1aで検出される。その検出信号はアダプティブフィルタ2a、2cとFIRフィルタ3a、3b、3e、3fに入力される。そして、アダプティブフィルタ2aで信号処理された騒音信号は加算器6aに出力され、アダプティブフィルタ2cで信号処理された騒音信号は加算器6bに出力される。同様に、もう一つの騒音源からの騒音はマイクロホン1bで検出され、その検出信号はアダプティブフィルタ2b、2dで信号処理され、それぞれ加算器6a、6bに出力される。加算器6aは、アダプティブフィルタ2a~2bの出力を加算してスピーカ8aから再生し、加算器6bはアダプティブフィルタ2c~2dの出力を加算してスピーカ8bから再生する。するとマイクロホン1c、1dでは、この再生音と二つの騒音源からの騒音との干渉音を検出される。そして、マイクロホン1cの出力はフィルタ回路7a、7cで周波数特性を調整され、同様にマイクロホン1dの出力はフィルタ回路7b、7dで周波数特性を調整される。LMS演算器4a~4hはそれぞれ、フィルタ回路7a~7dの出力とFIRフィルタ3a~3hの出力により、フィルタ回路7a~7dの出力信号が最小となるようにLMS演算(最小自乗

10

20

30

40

50

17

法)を行い、係数加算器5a~5dが各LMS演算器4a~4hの出力を加算して、アダプティブフィルタ2a~2dの係数を更新する。これによって、マイクロホン1c、1dの配置された点において、フィルタ回路7a~7dの特性に応じて騒音レベルが減衰する。ここで、スピーカ8aからマイクロホン1cまでの伝達関数をC11、スピーカ8aからマイクロホン1dまでの伝達関数をC12、スピーカ8bからマイクロホン1cまでの伝達関数をC21、スピーカ8bからマイクロホン1dまでの伝達関数をC22、フィルタ回路7aの伝達関数をG1、フィルタ回路7bの伝達関数をG2、フィルタ回路7cの伝達関数をG3、フィルタ回路7dの伝達関数をG4とすると、FIRフィルタ3aには予めC11・G1が、FIRフィルタ3bには予めC12・G2が、FIRフィルタ3cには予めC11・G3が、FIRフィルタ3dには予めC12・G4が、FIRフィルタ3eには予めC21・G1が、FIRフィルタ3fには予めC22・G2が、FIRフィルタ3gには予めC21・G3が、FIRフィルタ3hには予めC22・G4がそれぞれ係数として近似されている。

【0057】さて、(図26)を(図1)と比較するとわかるように、各LMS演算器4a~4hにおける二つの入力、つまりFIRフィルタ3a~3hの出力とフィルタ回路7a~7dの出力には、フィルタ回路7a~7dの特性を含んでいるために、アダプティブフィルタ2a~2dはこれらの特性に応じた変化をしていく。これによって、(図1)の場合と同様に、低域から高域まで一様な消音効果を得たり、聴感効果に応じた消音効果を得たり、相関の高い帯域のみを制御することにより騒音付加を抑制できる。

【0058】以上、第1~第12の実施例を説明した。なお、実施例では騒音源が2個、制御スピーカが2個、制御点が2点の場合を示したが、各々の個数が増える場合には、(図1)の構成から(図9)の構成に変化させたように、その増加に応じて適宜拡張してゆけば良い。

【0059】また、フィルタ回路7a~7dを、(図9)、(図17)~(図25)における周波数特性調整部の構成とすることにより、騒音源が増加した場合でもそれぞれ、第2の実施例から第11の実施例の効果を得ることができる。

【0060】

【発明の効果】以上のように、本発明の消音装置は、個々の騒音源の特性に応じて、その騒音信号を処理する各適応信号処理部の係数更新情報の周波数特性を調整する周波数特性調整部を用いたことにより、各騒音信号で相関の強い帯域が異なる場合でも各適応信号処理部は相関の強い帯域のみを主に制御することになり、騒音付加が抑制され安定に消音できる。

【0061】また、周波数特性調整部の特性をAカーブフィルタなどの聴感を考慮したものとする事により、

18

低域過多な騒音においても、耳障りな高域を低域と同様に消音することもできる。

【0062】さらに、適応信号処理部の係数更新情報である第2の騒音検出器の出力の周波数特性を調整する構成としたことにより、適応信号処理部に遅延要素を加えることがなく、これによって第1の騒音検出器と第2の騒音検出器の距離を短くできたり、あるいは減衰量を大きく取ることができるなどの優れた効果を有する消音装置を実現できる。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の消音装置に係る第1の実施例のブロック図

【図2】マイクロホン1aにおける騒音とマイクロホン1cにおける騒音との相関特性図

【図3】マイクロホン1bにおける騒音とマイクロホン1cにおける騒音との相関特性図

【図4】フィルタ回路7a、7bの周波数特性とマイクロホン1cにおける騒音制御効果を示す図

【図5】マイクロホン1cにおける騒音の周波数特性図

#### 20 【図6】フィルタ回路7a、7bの周波数特性図

【図7】フィルタ回路7a、7bの出力信号の周波数特性図

【図8】マイクロホン1cにおける騒音制御効果を示す図

【図9】本発明の消音装置に係る第2の実施例のブロック図

【図10】マイクロホン1aにおける騒音の周波数特性図

【図11】マイクロホン1bにおける騒音の周波数特性図

#### 30 【図12】マイクロホン1cにおける騒音の周波数特性図

【図13】フィルタ回路7aの周波数特性図

【図14】フィルタ回路7aの出力信号の周波数特性図

【図15】フィルタ回路7bの周波数特性図

【図16】フィルタ回路7bの出力信号の周波数特性図

【図17】本発明の消音装置に係る第3の実施例のブロック図

#### 40 【図18】本発明の消音装置に係る第4の実施例のブロック図

【図19】本発明の消音装置に係る第5の実施例のブロック図

【図20】本発明の消音装置に係る第6の実施例のブロック図

【図21】本発明の消音装置に係る第7の実施例のブロック図

【図22】本発明の消音装置に係る第8の実施例のブロック図

#### 50 【図23】本発明の消音装置に係る第9の実施例のブロック図

19

20

【図24】本発明の消音装置に係る第10の実施例のブロック図

【図25】本発明の消音装置に係る第11の実施例のブロック図

【図26】本発明の消音装置に係る第12の実施例のブロック図

【図27】従来の消音装置を示すブロック図

【図28】従来の消音装置を示すブロック図

【図29】従来の消音装置によるマイクロホン1cにおける騒音制御効果を示す図

【図30】マイクロホン1cにおける希望する騒音制御効果を示す図

【図31】従来の消音装置によるマイクロホン1cにおける騒音制御効果を示す図

【符号の説明】

1a、1b、1c、1d マイクロホン

2a、2b、2c、2d アダプティブフィルタ

3a、3b、3c、3d、3e、3f、3g、3h FIRフィルタ

4a、4b、4c、4d、4e、4f、4g、4h LMS演算器

5a、5b、5c、5d 係数加算器

6、6a、6b 加算器

7a、7b、7c、7d フィルタ回路

8、8a、8b スピーカ

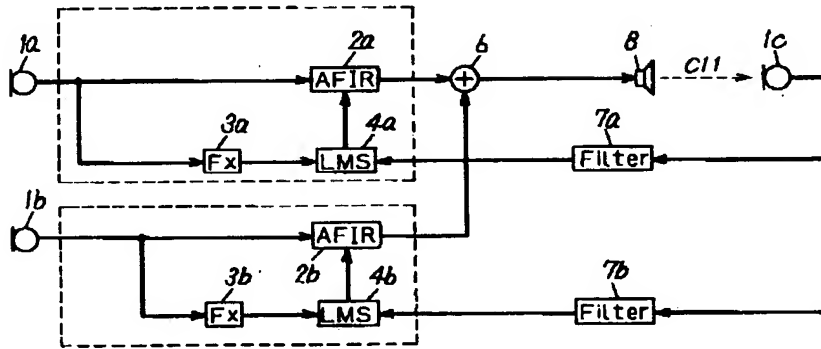
9a、9b 周波数特性演算器

10a、10b 相関演算器

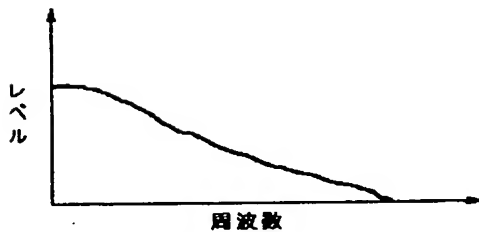
11a、11b コヒーレンス演算器

12a、12b ヒルベルト変換器

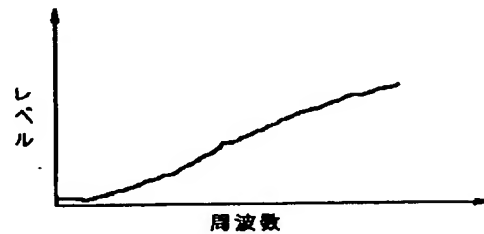
【図1】



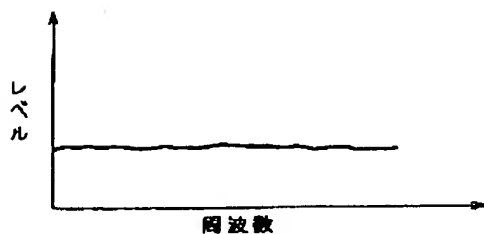
【図5】



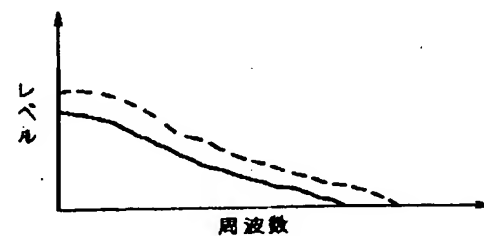
【図6】



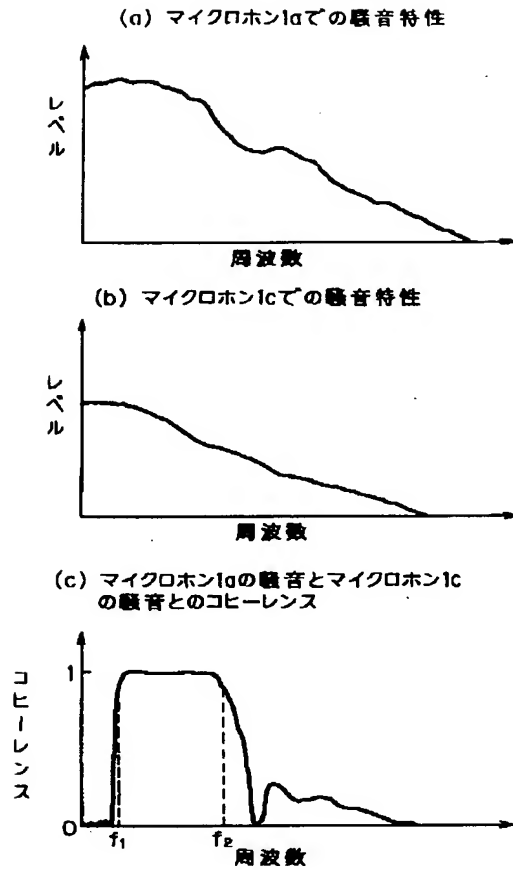
【図7】



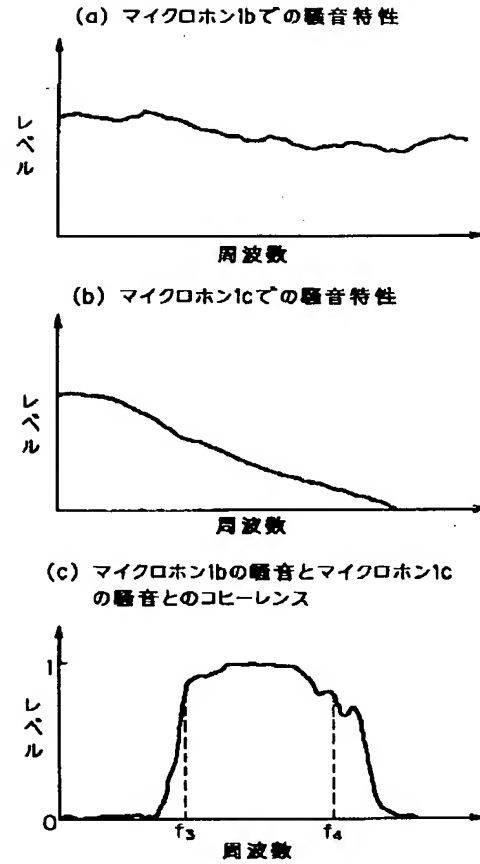
【図8】



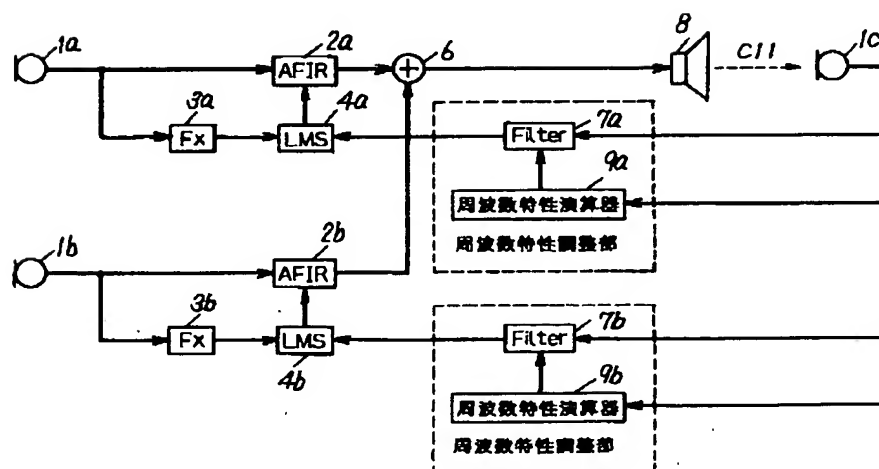
【図2】



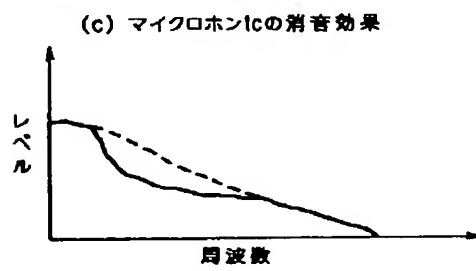
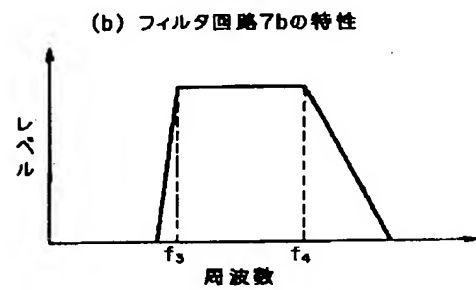
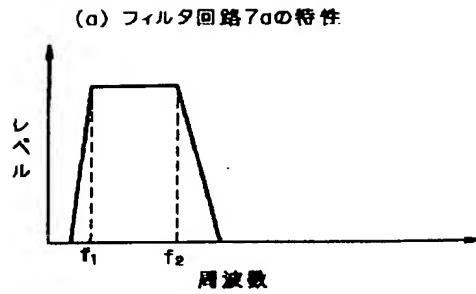
【図3】



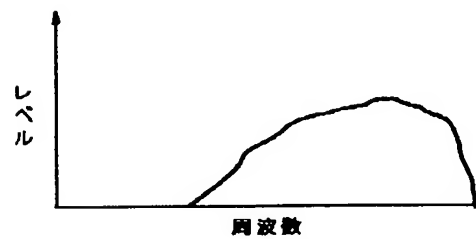
【図9】



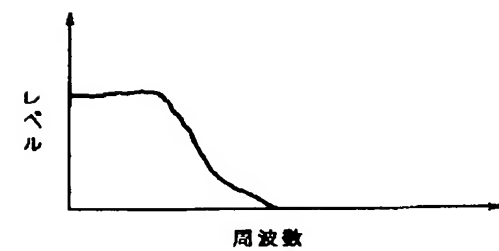
【図4】



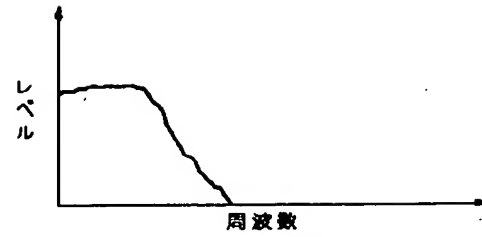
【図11】



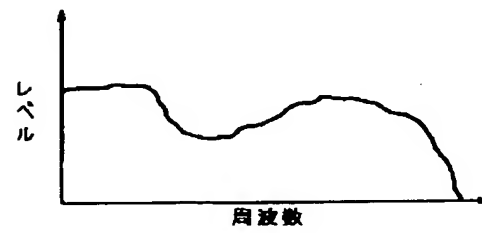
【図14】



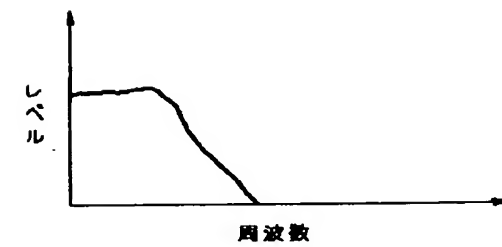
【図10】



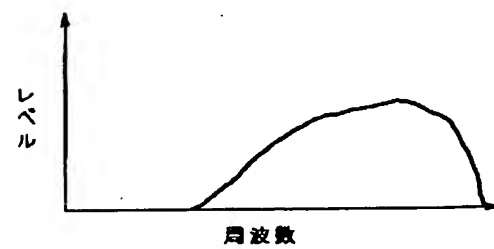
【図12】



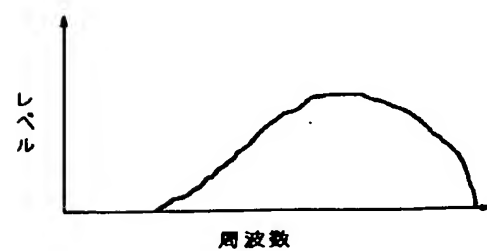
【図13】



【図15】

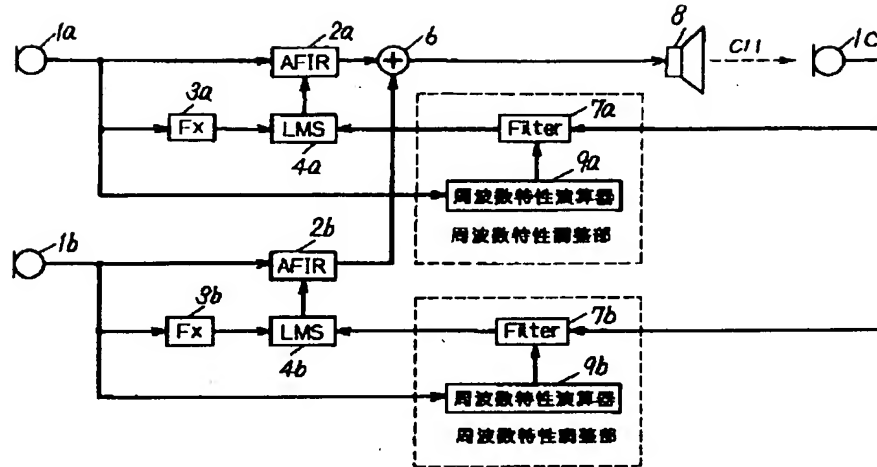


【図16】

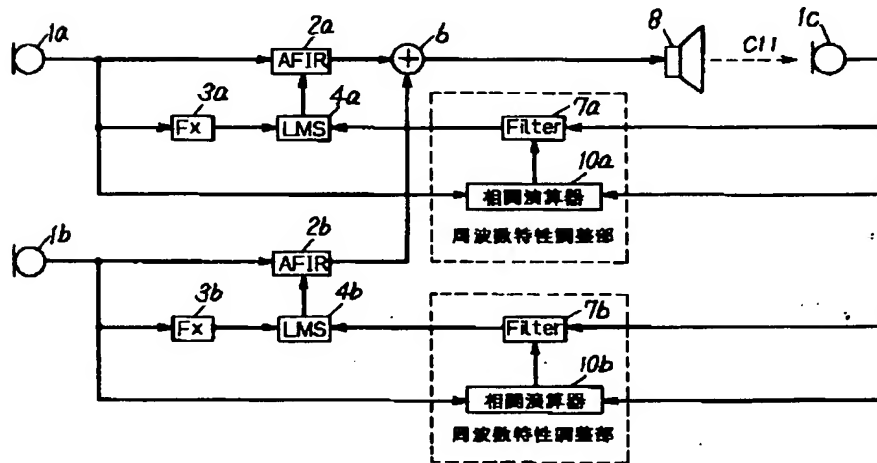




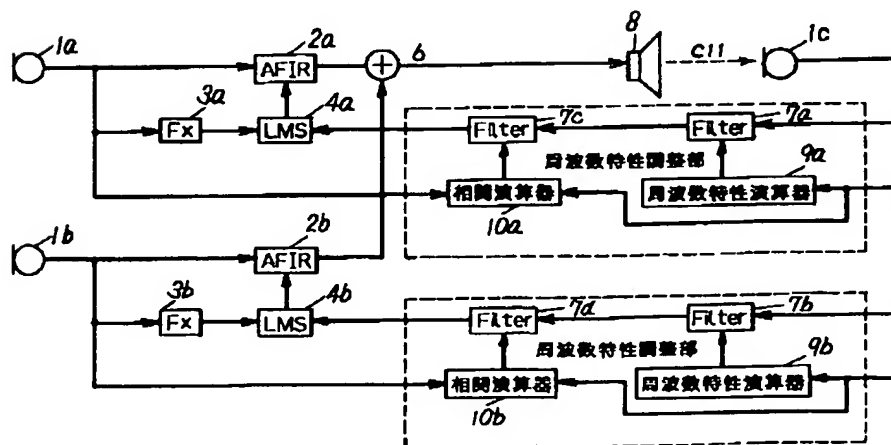
【図17】



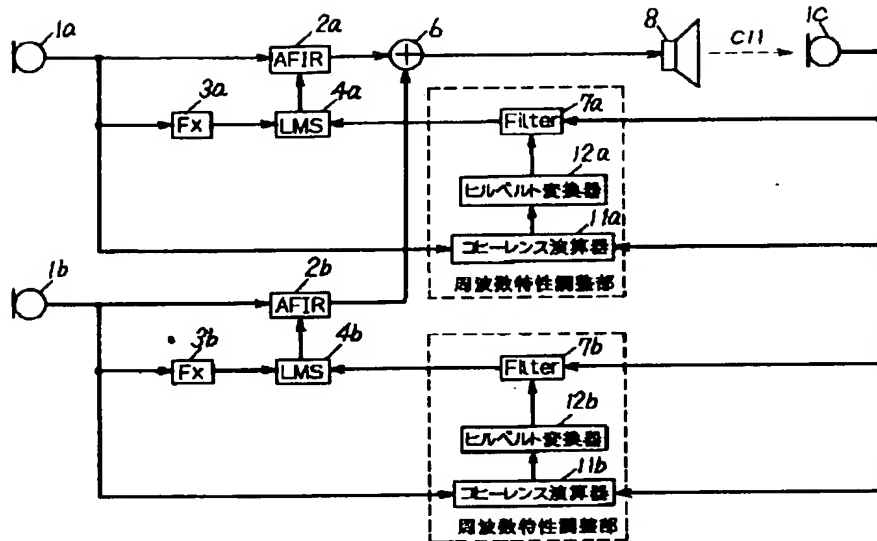
【図18】



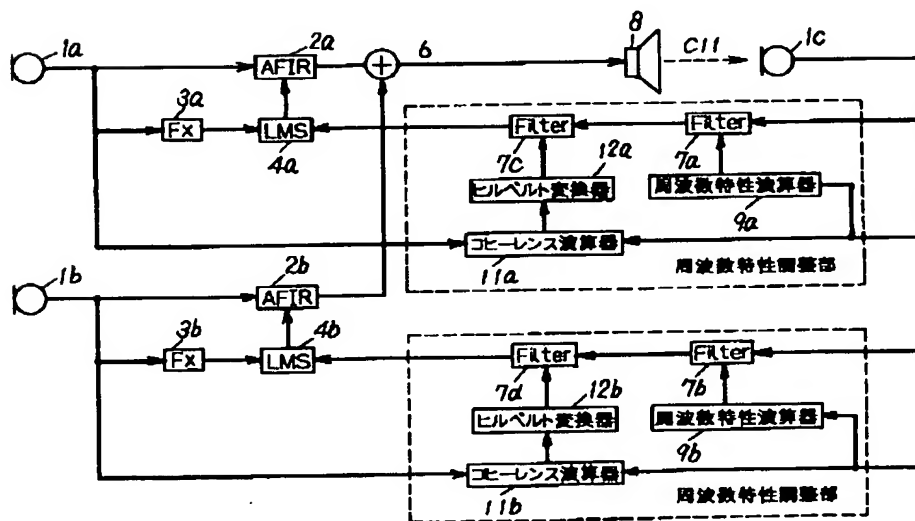
【図20】



【図19】



【図21】



【図27】

